www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 27(2):299-310. 2005

RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE ANUROS Y VARIABLES DEL HÁBITAT EN EL SECTOR LA ROMELIA DEL PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE (CAUCA, COLOMBIA)

Relationship among anurans distribution and habitat variables at La Romelia, Munchique National Park (Cauca, Colombia)

Juan Carlos García-R.
Fundación Universitaria de Popayán. Carrera 61 Nº 18-16 Apto. 560 Cali, Colombia. juacagar@yahoo.com

Fernando Castro-H.
Universidad del Valle. Sección Zoología. Calle 13 Nº 100-00 Cali, Colombia. fcastro@univalle.edu.co.

Heiber Cárdenas-H.
Universidad del Valle. Dpto. de Biología. Calle 13 Nº 100-00 Cali, Colombia. hecarden@univalle.edu.co.

RESUMEN

Se estudió la relación de diferentes parámetros vegetales y variables climáticas con la distribución y la abundancia de la fauna anura en tres tipos de hábitat (bosque maduro, bosque secundario y matorral) entre los meses de abril y septiembre de 2001 en el sector La Romelia del Parque Nacional Natural Munchique, departamento del Cauca, Colombia. Se registró un total de ocho especies de ranas del género *Eleutherodactylus*, siendo las más abundantes *E. capitonis*, *E.* sp. 3 y *E.* sp. 2, con 73, 57 y 49 individuos, respectivamente. Todas las especies de anuros mostraron preferencia significativa por las hojas como sustrato de percha. En cuanto a la altura o posición vertical, un mayor número de individuos fue observado en las distancias verticales más bajas (I, II, III). Además, la distribución de las ocho especies de ranas no se relacionó con la presencia de fuentes de agua permanente. Los parámetros del hábitat que tuvieron mayor relación con la distribución y abundancia de las ocho especies de anuros fueron la cobertura de las copas en los diferentes estratos, la cobertura de briofitos y bromelias en el suelo, y en ramas y troncos de árboles, arbolitos y arbustos, la densidad de estas formas de crecimiento y la profundidad de la hojarasca.

Palabras clave. Anuros, estructura vegetal, factores climáticos, La Romelia.

ABSTRACT

During the months of April–September of 2001 at sector La Romelia of the Munchique National Park (Cauca, Colombia), we carried out a study to determine the relationship between vegetation parameters and climatic variables with the distribution and abundance of the anuran fauna in three habitat types (mature forest, secondary forest and shrub areas). A total of eight species of frogs belonging to the genus *Eleutherodactylus* were registered, being the most abundant *E. capitonis*, *E.* sp. 3 and *E.* sp. 2, with 73, 57 and 49 individuals, respectively. All anuran species showed great preference for leaves as substrate to perch. As for height or vertical position, the classes with more registrations were the lowest (I, II and III). The distribution of eight frog species was not related to presence of a permanent source of water in the sampling places. The habitat factors that had greater influence on the distribution and abundance of the eight anuran species were mainly the canopy cover in different strata, the epiphytic cover on the ground and on branches, trunks, small trees and bushes, the density of these growth forms and the depth of the litterfall.

Key words. Anurans, climatic factors, La Romelia, vegetation structure.

INTRODUCCIÓN

Diversos trabajos han encontrado que algunos grupos faunísticos son influenciados significativamente por la heterogeneidad espacial, respondiendo en mayor grado a la estructura del hábitat que a la presencia o ausencia de especies vegetales particulares (Krebs 1972). Se ha demostrado igualmente que para algunas especies simpátricas de una comunidad es importante cierto tipo de fisonomía vegetal y éste a su vez está correlacionado con el cuerpo y el tamaño del organismo, además de poder ser usado por otras especies con diferentes horas de actividad. De esta forma, las especies de las comunidades seleccionan macrohábitats, perchas, microclimas y presas (Rincón-F. & Castro-H. 1998).

En cuanto a los anuros, se ha sugerido que éstos pueden ser particularmente sensibles a la fragmentación de los bosques debido a sus características fisiológicas y etológicas, y que factores ambientales como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa del aire determinan su distribución ecológica y geográfica (Duellman & Thomas 1996, Osorno-Muñoz 1999). Estableciéndose por tanto que para algunas especies de anuros es importante contar con cierto tipo de fisonomía vegetal relacionada con la madurez del bosque (Crump 1971), donde aspectos de microhábitat y microclima limitan su abundancia y distribución.

Existen estudios que señalan la importancia de factores del hábitat en la organización de diferentes comunidades animales tales como aves e insectos (véanse Karr & Roth 1971, Camero 1999). Sin embargo, en Colombia los estudios donde se involucra la relación entre anuros y el hábitat se enfocan especialmente en la distribución y estructura de las comunidades en zonas con diferentes estados sucesionales (véanse Vargas 1997, Vargas-S. & Bolaños-L. 1999, Herrera 2000), extendiéndose algunos de ellos a descripciones o apreciaciones personales sobre factores que tendrían relación con la selección del hábitat por este tipo de fauna, pero que no documentan su verdadera importancia a través de la medición de variables físicas y vegetales.

Es así que la determinación de atributos de las comunidades puede tener un gran valor predictivo cuando se evalúan los efectos de la alteración del hábitat sobre las poblaciones de anuros, pudiendo ser considerados fundamentos básicos en la conformación de estrategias de conservación por parte de las instituciones encargadas en el manejo de especies silvestres. Siendo igualmente importante, establecer los elementos estructurales de la vegetación (en el sentido fisionómico del ordenamiento vertical y horizontal de sus componentes) que influyen sobre los anuros en los hábitats donde residen.

Este trabajo se realizó en el sector La Romelia del Parque Munchique, sitio donde hasta el momento no había sido llevado a cabo ningún tipo de investigación ecológica de la fauna anura, conociéndose solamente registros de especies efectuados hace varios años por Lynch (1977) y Lynch & Ruiz (1977, 1981, 1982, 1983). Se presentan aquí aspectos fisonómicos de la vegetación, patrones de variables ambientales y de microhábitat y la relación espacio-temporal de estos factores con la distribución y la abundancia de las especies de anuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Este estudio se llevó a cabo en el Parque Nacional Natural Munchique, ubicado en el departamento del Cauca en jurisdicción del municipio de El Tambo (2° 21' y 2° 55' N y 76° 51' y 77° 10' O). El Parque posee una extensión aproximada de 44.484 ha, con una variación altitudinal que va desde los 500 msnm en la zona litoral del Pacífico hasta los 3107 msnm en el cerro Santa Ana, en su parte más alta. Esta variación altitudinal permite encontrar temperaturas entre 5° y 27° C y una humedad relativa promedio de 87%, determinada principalmente por la alta nubosidad. La precipitación media anual alcanza valores superiores a los 4000 mm, registrándose un régimen de lluvias unimodal-biestacional que presenta los menores valores entre los meses de junio y agosto y los mayores entre octubre y diciembre (Acevedo 1994, Anónimo 1998).

Munchique, a pesar de pertenecer al Sistema de Parques Nacionales Naturales y tener gran prioridad de conservación nacional y mundial por estar ubicado en el Chocó Biogeográfico o región Biogeográfica del Pacífico Neotropical, evidencia una alarmante fragmentación y disminución de sus áreas boscosas originada por la construcción de las vías de acceso, la tala de árboles para uso doméstico y venta de madera, la adecuación de tierras para pastoreo y cultivos, y más recientemente, a causa del incremento de los cultivos ilícitos y la inmigración de personas provenientes de otras regiones del Cauca u otros departamentos que han sido desplazadas por la violencia y se dirigen hacia caseríos, veredas o zonas baldías dentro de las áreas de protección y amortiguación del Parque, ocasionando consecuentemente una fuerte presión sobre la fauna y la flora.

La zona del Parque en donde fueron realizados los muestreos se localiza en el sector La Romelia, a 4 km de la vereda del mismo nombre, en la cual predominan las actividades agropecuarias. La Romelia está localizada a 2600 msnm, pertenece a la formación vegetal de Selva Andina según la clasificación de Cuatrecasas (1958) o la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo conforme a Holdridge (1996). Esta zona permanece cubierta de una densa niebla registrándose una humedad relativa superior al 90 %, una temperatura promedio de 15 ºC y, de acuerdo con registros pluviométricos del HIMAT, una precipitación media anual cercana a 4000 mm.

Método de muestreo. La Medición de Encuentros Visuales (VES, por sus siglas en inglés) es una técnica estándar en el inventario o monitoreo de anfibios usada para determinar la riqueza de especies en un área, compilar una lista de especies y estimar las abundancias relativas de las especies en un ensamblaje (Crump & Scott 1994). En este estudio se utilizó el muestreo en parcelas para el VES. El tipo de muestreo fue estratificado con localización al azar de las parcelas en una franja altitudinal de 2560 a 2760 msnm. La escogencia de las parcelas fue determinada por las notables diferencias en su fisonomía vegetal.

Unidades de muestreo. Se realizó un muestreo mensual entre abril y septiembre de 2001 en dos parcelas de 25 m x 25 m dentro de cada uno de los siguientes hábitats: a) bosque maduro (BM): área muy conservada con gran cobertura y heterogeneidad de estratos vegetales y abundancia de bromelias y briofitos; b) bosque secundario (BS): área donde predominan estratos vegetales bajos especialmente arbustivo, herbáceo y rasante; suelo rocoso y abundancia de troncos caídos; c) matorral (M): zona muy intervenida en estado temprano de regeneración; escasa cobertura de los estratos superiores y dominancia de los estratos rasante y herbáceo.

Captura e identificación de especies. Se efectuaron observaciones continuas con jornadas de trabajo en la mañana (09:30 – 11:30 h) y en la noche (19:00 – 23:00 h). Si el muestreo en la mañana no era posible, éste se realizaba en la tarde entre las 15:00 – 17:00 horas. El monitoreo de las parcelas se dividió en cada una de las jornadas de modo tal que hubiera "homogeneidad" en el número de evaluaciones; muestreándose una parcela por día y teniendo en cuenta que no existieran grandes diferencias en las condiciones climáticas que dificultaran las comparaciones.

Los individuos capturados fueron marcados con un hilo de algodón alrededor de su cintura y un número de identidad con tinta indeleble sobre cinta de enmascarar, para posteriormente ser liberados. Si la identificación no era posible en campo, se colectaba y conservaba un individuo por grupo desconocido para que ésta fuera realizada con la ayuda del Dr. John Lynch del Instituto de Ciencias Naturales (ICN). Los especimenes se encuentran depositados en el Laboratorio de Herpetología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

Variables del microhábitat. En cada parcela se capturaron manualmente los individuos observados que se encontraban hasta una altura de dos metros, registrándose la siguiente información: a) Especie; b) Fecha y hora de captura; c) Parcela evaluada; d) Altura o Posición Vertical en la que fue encontrado el individuo (I = 0-40 cm; II = 41-80 cm; III = 81-120 cm; IV = 121-160 cm; V = 161-200); e) Sustrato sobre el que fue encontrado (Hojas (H); Hojarasca (HOJ); Roca (RC); Rama (RM); Musgo (MG)); f) Distancia a la fuente de agua permanente más cercana (1 = 0-5 m; 2 = 5-10 m; 3 = 10-15 m; 4 = 15-20 m; 5 = >20 m).

Variables del hábitat. Las variables microclimáticas registradas en cada sitio de muestreo fueron: a) Temperatura del aire (°C); b) Temperatura del suelo (°C); c) Humedad relativa (%); d) Precipitación (mm).

La temperatura del aire y la humedad relativa se registró con un higrotermómetro (OAKTON 35700-00) a una altura de 150 cm del suelo, y la temperatura del suelo con un termómetro manual diseñado para este tipo de evaluación (soil test). Las mediciones fueron realizadas cada vez que se llevaba a cabo el monitoreo de las parcelas. Los datos de precipitación entre los meses de abril y septiembre de 2001 fueron obtenidos de la estación pluviométrica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, antigua HIMAT) ubicada en el centro de visitantes La Romelia.

Los datos sobre aspectos estructurales de la vegetación fueron los siguientes: a) Altura promedio del estrato arbóreo, subarbóreo y arbustivo. Para la estratificación de la comunidad vegetal, se tomó en cuenta la propuesta por Rangel & Lozano (1986), que contempla los siguientes intervalos: estrato rasante (r): 0-0.25 m; estrato herbáceo (h): 0.25-1.5 m; estrato arbustivo (ar): 1.5-5 m;

estrato subarbóreo o de arbolitos (Ar): 5-12 m; estrato arbóreo inferior (Ai): 12-25 m, y estrato arbóreo superior (As): >25 m.; b) Densidad de individuos en el estrato arbóreo, subarbóreo y arbustivo. Se evaluó por el conteo directo de los individuos encontrados en los estratos arbóreo, subarbóreo y arbustivo, en cada una de las parcelas de muestreo (Rangel & Velásquez 1997). Considerando individuos con CAP > 2.5 cm.; c) Cobertura de los estratos arbóreo, subarbóreo, arbustivo, rasante y herbáceo. Se estimó visualmente por el cubrimiento del área que proyecta las copas de las plantas que pertenecen a cada estrato sobre la superficie de la parcela; e) Cobertura de briofitos y bromelias (epifitas) sobre individuos arbóreos y subarbóreos; f) Cobertura de briofitos y bromelias en el suelo.

La descripción de los sitios de muestreo en cuanto al grado de epifitismo se efectuó por observación directa, obteniendo un estimativo del porcentaje que ocupan sobre ramas y troncos de árboles y arbolitos. La estimación de la cobertura de bromelias y briofitos encontrados sobre el suelo fue realizada en 25 subparcelas de 25 m^2, para posteriormente obtener el total en la parcela, igual sucedió con el porcentaje de cobertura de los estratos herbáceo y rasante. Además, se efectuó un promedio de la profundidad de la capa de hojarasca (cm) a través de diez puntos al azar dentro de cada parcela.

Análisis de datos. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para probar si existe diferencias significativas en las abundancias de las especies de anuros en los hábitats (bosques) y microhábitats considerados (altura sobre el suelo, tiempo de actividad y ubicación con respecto a cuerpos de agua). Estos ANOVA fueron complementados con pruebas de comparaciones de Tukey, cuando existió diferencia entre los factores de estudio (Zar 1984). Anterior a los ANOVA, fueron realizadas pruebas de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Homogeneidad de Varianza de Bartlett.

Para comprobar diferencias de composición de especies en diferentes sustratos y estratos verticales se utilizó el siguiente análisis: se generaron matrices derivadas del Índice Distancia Euclidiana entre las unidades de muestreo y se construyeron dendrogramas a partir de ellas a través del método “mínima varianza” (Ludwig & Reynolds 1988).

Para determinar la importancia de las variables del hábitat sobre los individuos de anuros encontrados en las unidades de muestreo, a sus valores numéricos se les trató con el Análisis de Factores (Factor Analysis), empleando como método de extracción los Componentes Principales. La correlación de Spearman fue necesaria para detectar algún tipo de relación entre el número de capturas y la precipitación.

RESULTADOS

Estructura y composición de anuros. Durante el período de estudio se registraron 247 individuos pertenecientes a ocho especies, todas incluidas en el género *Eleutherodactylus* (Leptodactylidae). Del total de individuos 19 fueron recapturas, cinco individuos de *E.* sp. 3, nueve de *E. capitonis* (Lynch, 1998), dos *E. acatallelus* (Lynch y Ruiz, 1983), un *E. viridicans* (Lynch, 1977), un *E.* sp. 2 y un *E. boulengeri* (Lynch, 1981). Entre las especies capturadas más abundantes se encontraron *E. capitonis* (32%), *E.* sp. 3 (25%) y *E.* sp. 2 (21.5%). En Bosque Maduro se encontró el 73 % del total de individuos y en Bosque Secundario el restante 27 %. No se obtuvieron capturas en Matorral. En la Tabla 1 puede observarse que *E. viridicans* y *E.* sp. 1 se encontraron sólo en el Bosque Maduro, *E. brevifrons* (Lynch, 1981) se encontró sólo en el Bosque Secundario y las demás especies se encuentran en ambos tipos de hábitat.

Tabla 1. Especies y número de individuos capturados en cada hábitat (BM = Bosque Maduro, BS = Bosque Secundario).

ESPECIES	BM	BS	TOTAL
Eleutherodactylus sp. 1	16	0	**16**
Eleutherodactylus sp. 2	39	10	**49**
Eleutherodactylus sp. 3	47	10	**57**
Eleutherodactylus acatallelus	14	3	**17**
Eleutherodactylus capitonis	42	31	**73**
Eleutherodactylus boulengeri	1	6	**7**
Eleutherodactylus brevifrons	0	1	**1**
Eleutherodactylus viridicans	8	0	**8**
TOTAL	**167**	**61**	**228**

La prueba de normalidad de los datos de abundancia en los hábitats resultó no significativa (BM: d = 0.1464 y BS: d = 0.2837). Se determinó que existe diferencia estadística significativa en la distribución de las abundancias de las especies entre los hábitats estudiados (ANOVA F = 5.73; p = 0.010 t-test BM-BS t =2.65, p = 0.032; BM-M t = 3.10, p = 0.017; BS-M t = -2.65, p = 0.032), debido a que las abundancias están concentradas en mayor proporción en el Bosque Maduro y que en el Matorral no se encontró ningún individuo.

Actividad y microhábitat. La mayor parte de las capturas fueron realizadas durante los muestreos nocturnos (95.5%) y sólo un 4.5% se obtuvieron durante el día (Tabla 2), siendo significativamente diferentes (F = 7.13; p = 0.018). La especie que aportó mayor número de individuos en los muestreos diurnos fue *E.* sp. 1, seguido de *E.* sp. 3. *E. boulengeri* fue capturada exclusivamente durante la noche.

Tabla 2. Número de individuos y porcentaje de capturas y recapturas de las especies de anuros en relación al tiempo de actividad.

Especie	Nº capturas diurnas	Nº capturas nocturnas
E. sp. 1	4 (25%)	12 (75%)
E. sp. 2	1 (2%)	49 (98%)
E. sp. 3	2 (3%)	60 (97%)
E. acatallelus	1 (5%)	18 (95%)
E. capitonis	1 (1%)	81 (99%)
E. boulengeri	0	8 (100%)
E. brevifrons	1 (100%)	0
E. viridicans	1 (11%)	8 (89%)
TOTAL	**11**	**236**

En la Figura 1 existen dos agrupamientos primarios conformados por *E.* sp. 2, *E.* sp. 3 y *E. capitonis* y otro conformado por *E. viridicans*, *E. boulengeri*, *E. brevifrons*, *E.* sp. 1 y *E. acatallelus*, causados probablemente porque las tres primeras especies se distribuyen entre tres y cuatro de los tipos de sustrato evaluados (hojas, hojarasca, ramas ó musgo), diferente a lo observado en las especies del segundo grupo que se encuentran en uno ó dos de los sustratos (hojas, hojarasca ó ramas).

El número de registros de las especies en los sustratos evaluados demuestra que no existe diferencia significativa entre estas (ANOVA F = 0.69; p = 0.67), lo cual podría sugerir un fuerte sobreposición entre las especies a causa de la poca variación en el uso de los diferentes sustratos; concentrándose principalmente los registros en hojas con el 86.5% de las observaciones, seguido por ramas (7%), hojarasca (6%) y musgo (0.50%). Sobre o debajo de las rocas no se obtuvo registros.

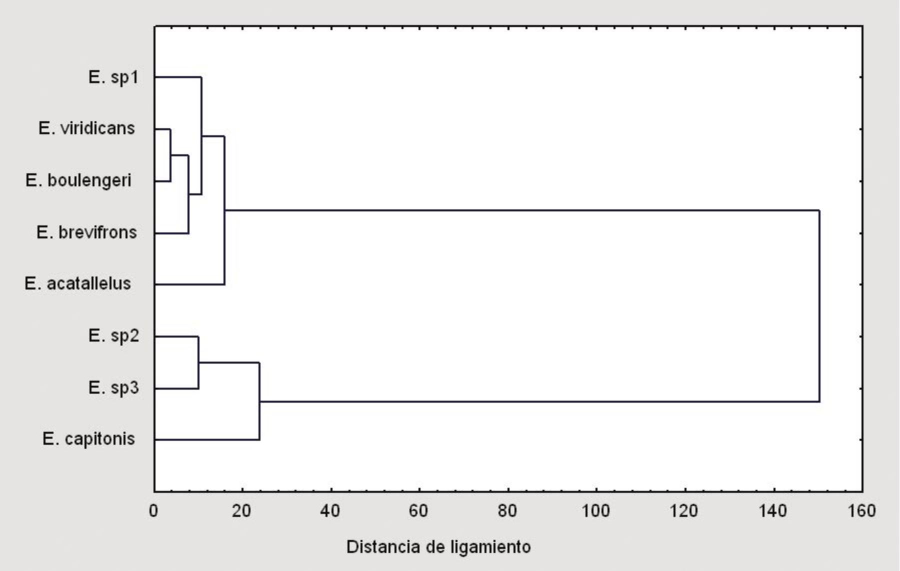

Figura 1. Dendrograma generado según el grado de utilización de los sustratos por parte de las especies de anuros utilizando como unidad de medida la Distancia Euclidiana.

Existe un grupo conformado por *E. boulengeri* y *E. viridicans* en la Figura 2 con un valor de distancia muy corto (2.6), unidos con *E. brevifrons* (3.3), debido a que se encuentran con mayor frecuencia en la clase de altura II; unidos a estos se encuentra otro grupo con *E. acatallelus* y *E.* sp. 1, que presentan una mayor abundancia en la clase I. El grupo más distante se encuentra conformado por *E. capitonis*, *E.* sp. 3 y *E.* sp. 2, debido a que tienen mayor homogeneidad en la distribución de las clases de altura I, II, III y IV; aunque *E. capitonis* está localizado a mayor distancia debido al escaso número de registros que presenta en la última categoría de altura (V = 160-200 cm), en comparación con las otras dos especies (*E.* sp. 3 y *E.* sp. 2).

Los promedios de utilización de las ocho especies de anuros en las clases de altura son significativamente diferentes (ANOVA F = 9.22; p < 0.0001). Este resultado puede derivarse de la tendencia de *E.* sp. 1 a encontrarse en las zonas más bajas (I = 81.25% y II = 18.75%) en comparación con *E.* sp. 2, *E. acatallelus*, *E. capitonis*, *E.* sp. 3, *E. viridicans* y *E. boulengeri*, que están presentes en todas las categorías.

No existe diferencia significativa en relación a la posición a cuerpos de agua permanentes entre las especies (ANOVA F = 2.14; p = 0.15). Lo cual sugiere que las ocho especies del género *Eleutherodactylus* observadas se distribuyen sin dar importancia o son indiferentes a la presencia de quebradas o corrientes de agua permanente. Sin embargo, cabe resaltar que siete de los ocho registros obtenidos para *E. boulengeri* fueron realizados cerca de quebradas, y todos los registros de *E. viridicans* y *E.* sp. 1 fueron lejos de estas.

Características del hábitat ocupado. La contribución de cada una de las variables medidas a los dos primeros componentes principales o ejes de ordenación de acuerdo al Análisis de Factores y rotados con VARIMAX normalizado, pueden explicarse como sigue: el primer eje (Factor Uno) es un gradiente de densidad de formas de crecimiento (árboles = 0.971, arbolitos = 0.916 y arbustos = 0.946), de cobertura de bromelias (0.971, 0.951 y 0.974) y briofitos en estas tres formas de crecimiento (0.971) y en el suelo (0.930), y de cobertura de los estratos subarbóreo (0.911) y arbóreo inferior (0.971), y la profundidad de la capa de hojarasca (0.805). El segundo componente (Factor Dos) puede interpretarse principalmente como un gradiente de incremento de cobertura de los estratos arbustivo (0.955) y rasante (0.779) y la cobertura de briofitos en suelo (0.851) y en arbustos (0.898). El Análisis de Factores descarta la temperatura del aire, suelo y humedad relativa como variables importantes que determinan la variabilidad en distribución y abundancia de las ocho especies de ranas, debido a que los registros de estas variables ambientales no presentaron mayor diferencia entre los sitios de estudio donde estuvieron presentes (bosque maduro y bosque secundario).

El número de individuos capturados durante los meses de muestreo no presentó una variación positiva con respecto a la precipitación (Spearman R = 0.39; p = 0.33). Aunque fue observada una tendencia en el comportamiento del número de individuos y la precipitación en los meses monitoreados, encontrándose el menor número de registros (N = 21) en el mes de agosto, durante el cual la precipitación fue de sólo 9.2 mm, contrario a los meses de abril y mayo donde se registró 201.7 mm y 364.3 mm y en los cuales se obtuvieron 36 capturas en cada uno.

DISCUSIÓN

Este trabajo de investigación es el primero realizado sobre Ecología de Comunidades de Anuros en el Parque Nacional Natural Munchique. Los datos obtenidos describen la estructura de la comunidad y aspectos sobre requerimientos físicos y bióticos del hábitat para ocho especies del género *Eleutherodactylus* presentes en un bosque húmedo montano bajo, en diferentes estados sucesionales. De acuerdo con el Análisis de Factores, las ranas prefieren áreas con variabilidad de estratos, altas densidades y cobertura vegetal, siendo particularmente importantes la cobertura de bromelias y briofitos. Posiblemente, estas

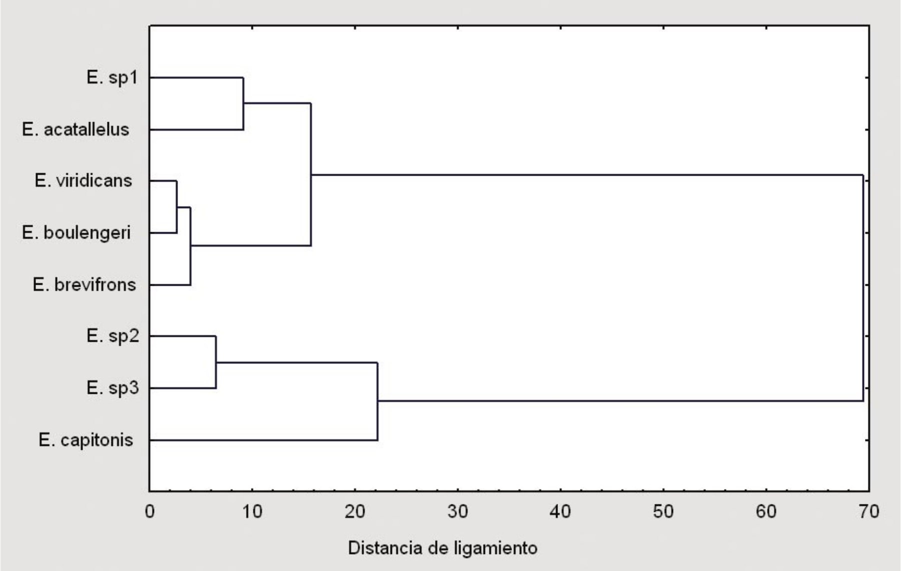

Figura 2. Dendrograma generado según la distribución vertical de ocho especies del género *Eleutherodactylus* utilizando como medida la Distancia Euclidiana.

variables ofrecen un medio propicio para la satisfacción de los requerimientos de nicho de las especies de ranas registradas que minimizan la competencia interespecifica e intraespecifica; por ejemplo, la proporción de bromelias además de proveer un microhábitat adecuado cercano al suelo, contribuye a suministrar una cobertura para la supervivencia y reproducción de ranas con hábitos predominantemente terrestres, así mismo, la cantidad de hojarasca y briofitos en el suelo ayudan a retener el agua y a mantener una alta humedad en las zonas bajas del bosque. Estas variables justifican la ausencia de anuros en los Matorrales, debido a la falta de sustratos de apoyo para las especies, la incidencia directa del sol sobre el suelo y la baja humedad microambiental, causando la desecación sobre los individuos y sus posturas.

Conjuntamente con los factores bióticos, debe tenerse en cuenta la medición de factores abióticos, ya que estos promueven altos niveles de nicho conforme ocurran transiciones temporales y espaciales. Por tal motivo no sólo basta sugerir que factores abióticos influyen sobre los anuros (i.e. la temperatura, la humedad, etc.) sino que deben ser verificados cuantitativamente para conocer en que magnitud. La humedad del aire varia poco de forma microespacial de acuerdo a los valores obtenidos en campo a través de mediciones higrométricas en los sitios donde fueron reportados los individuos (Bosque Maduro y Bosque Secundario), presentándose, por esta razón como un factor estadístico de poco efecto. No obstante, la diferencia en la humedad relativa del Bosque Maduro y el Bosque Secundario con respecto al Matorral llega a ser en promedio entre 2-5% y 10-20% menor en las noches y el día respectivamente, para este último; la temperatura del aire en el Matorral de 0-2º C y 3-4º C más alta en las noches y el día, respectivamente; y de 2-3º C superior la temperatura del suelo en el Matorral.

Asimismo, podría señalarse de acuerdo con observaciones personales, que la distribución de las especies de anuros en el área de estudio tiene una fuerte relación con la humedad relativa del aire en forma micro y macroespacial, es decir que no solo depende de las características del parche boscoso sino además, de cómo éste se ubica geográficamente dentro de la unidad de paisaje y como se favorece en tal aspecto. La Romelia se encuentra dentro del cinturón de niebla Andino, siendo golpeada en las laderas occidentales de la cordillera por una densa capa de nubes provenientes del Pacífico. Algunas zonas de este sector permanecen más expuestas a la niebla que otras debido a que los vientos procedentes del oriente la hacen devolver y además porque las montañas forman un obstáculo que no dejan pasarla a la vertiente contraria; lo cual puede ser observado desde el camino que conduce al Cerro Santana y El Mirador. Debe considerarse en consecuencia para estudios posteriores, la medición de la precipitación horizontal con trampas captadoras de niebla que evalúen el grado de aporte de humedad dentro del bosque, para conocer la relación directa o indirecta que pueda tener ésta sobre la distribución de anuros.

Un posible error en la abundancia de las especies podría encontrarse en la técnica de marcaje aplicada a los individuos. Si bien, un número relativamente alto de recapturas fue registrado (19 recapturas), la duración del hilo, la posible desaparición del número de serie (aunque esto ultimo no sucedió, la conservación del hilo de algodón no era posible para los seis meses de muestreo ya que se encontró debilitado en recapturas realizadas después de tres meses del primer encuentro), y algunas heridas encontradas en la piel de los animales, hace que se cuestione y sugiera posibles modificaciones no solo en esta sino en las demás técnicas de marcaje existentes para investigaciones de anuros, donde sean eliminados los efectos potencialmente negativos que se presentan sobre los animales, puesto que las actuales técnicas ocasionan interferencias en sus movimientos y actividades reproductivas, los hace más conspicuos a los depredadores, originan daños en órganos internos, y obstruyen algunas de sus funciones fisiológicas, entre otras lesiones temporales o permanentes (Donnelly et al. 1994). Por ahora y dependiendo del estudio que desee realizarse el método para estimar la(s) abundancia(s) relativa(s) de una(s) población(es) sin causarle lesiones es a través del Índice que relaciona el número de observaciones por las horas de muestreo o el número de hombres en campo.

Las morfoespecies denominadas como *E.* sp. 1, *E.* sp. 2 y *E.* sp. 3 son nuevas para la ciencia de acuerdo al examen realizado por el Doctor John D. Lynch; poniéndose de manifiesto el adelantar nuevos estudios a nivel taxonómico en el PNN Munchique, debido a que los registros realizados hasta ahora eran de los bordes de bosque al lado de la carretera. Las tres especies fueron encontradas en zonas de interior del bosque en donde estudios a nivel ecológico son al igual indiscutiblemente necesarios para toda el área del Parque.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos a los Funcionarios del PNN Munchique, los habitantes de la vereda La Romelia, Marta Liliana Silva, Wally y el equipo de Ideawild, Rodrigo Velosa, John D. Lynch, Ángela Arcila, Germán Morales, Juan Felipe Blanco y todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo. Dedicado al profesor y amigo Rodrigo Velosa, quien se encuentra secuestrado desde Mayo de 2005.

LITERATURA CITADA

ACEVEDO, C. I. 1994. Generalidades y reseña histórica del Parque Nacional Natural Munchique. Novedades Colombianas 6: 3-12.

ANÓNIMO. 1998. Plan de manejo. Componente descriptivo del Parque Nacional Natural Munchique. Popayán.

CAMERO, E. 1999. Estudio comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque húmedo tropical Colombiano. Revista Colombiana de Entomología 25: 131-135.

CRUMP, M. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. Occasional Papers of the Museum of Natural History. University of Kansas (3): 1-62.

CRUMP, M. L. & N. J. SCOTT. 1994. Visual Encounter Surveys. Págs. 84-92. En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. Mcdiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster (ed.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10: 221-268.

DONNELLY, M. & M. CRUMP. 1998. Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. Climatic Change 39: 541-561.

DONNELLY, M. A., G. CRAIG, J. E. JUTERBOCK & A.A. ROSS. 1994. Techniques for marking amphibians. Págs. 277-283 en: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. Mcdiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster (ed.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

DUELLMAN, W. & R. THOMAS. 1996. Anuran amphibians from a tropical dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anurans among sites in the upper Amazon Basin. Occasional Papers of the Museum of Natural History. University of Kansas (180): 1-34.

ESTUPIÑÁN, R. & U. GALATTI. 1999. La fauna anura en áreas con diferentes grados de intervención antrópica de la Amazonia Oriental Brasileña. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial XXIII: 275-286.

Herrera, A. 2000. Aspectos de la estructura de una comunidad de anuros en un bosque intervenido del Parque Nacional Natural Los Farallones de Cali. Trabajo de grado de Biología, Universidad del Valle, Cali.

Holdridge L. 1996. Ecología basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José.

Inger, R. 1994. Microhabitat Description. Págs. 60-66. En: W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. Mcdiarmid, L. C. Hayek, & M. S. Foster (eds). Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Jarvis, A., C. E. González, S. L. Diaz, T. Arias, M. Salazar, M. A. Ramos, & J. C. Garcia. 2000. Exploring Innovative Techniques in Measuring and Monitoring Biological Diversity in the Tropical Montane Rain Forest of Cauca, Colombia. King's College, Londres.

Karr, J. & R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. American Nature 105: 423-435.

Krebs, Ch. 1972. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Oxford University Press, Oxford.

Ludwig, J. A. & J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. Wiley, Nueva York.

Lynch, J. D. 1977. A new species of *Eleutherodactylus* from the cordillera occidental of Colombia (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). Occasional Papers of the Museum of Zoology 678: 1-6.

Lynch, J. D. 1986. Origins of the high Andean herpetological fauna. Págs. 478-499. En: F. Vuilleumier & M. Monasterio (ed.). High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, Nueva York.

Lynch, J. D. & W. E. Duellman. 1997. *Eleutherodactylus* in western Ecuador: Systematics, Ecology and Biogeography. University of Kansas. Natural History Museum, Lawrence.

Lynch, J. D. & P. M. Ruiz. 1981. A new species of toad (Anura: Bufonidae) from the cordillera occidental in southern Colombia. Lozania 33: 1-7.

Lynch, J. D. & P. M. Ruiz. 1982. Dos nuevas especies de *Hyla* (Amphibia: Anura) de Colombia, con aportes al conocimiento de *Hyla bogotensis*. Caldasia 13: 647-671.

Lynch, J. D. & P. M. Ruiz. 1983. New frogs of the genus *Eleutherodactylus* from the Andes of Southern Colombia. Transactions of the Kansas Academy of Science 86: 99-112.

Martins, M. 1998. The frogs of the Ilha de Maracá. Págs. 285-306. En: Milliken, W. & J. Ratter (ed.). Maracá, The biodiversity and environmental of an Amazonian rainforest. Wiley, Nueva York.

Medina, M. 1997. Estructura de la comunidad de arañas tejedoras asociada a tres tipos de hábitat en la sede campestre de la Fundación Universitaria de Popayán, Cauca. Trabajo de grado de Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Popayán.

Osorno-Muñoz, M. 1999. Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial 23: 347-356.

Rangel, J. O. & G. Lozano. 1986. Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el volcán Puracé. Caldasia 14: 503-547.

Rangel, J. O. & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Págs. 59-87. En: Rangel, J. O., P. D. Lowy, & M. Aguilar. Colombia Diversidad Biótica II:

Tipos de vegetación en Colombia. Editorial Guadalupe Ltda., Santafé de Bogotá.

Rincón-f, F. & F. Castro-H. 1998. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla del occidente de Colombia. Caldasia 20: 193-202.

Vargas, F. 1997. Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Clase: Amphibia) en zonas con diferente grado de intervención humana en la localidad de Anchicayá. Trabajo de grado de Biología, Universidad del Valle, Cali.

Vargas-S, F. & M. Bolaños-L. 1999. Anfibios y reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. Revista Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Suplemento Especial 23: 499-508.

Zar, J. M. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall , Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

Recibido: 13/01/2005
Aceptado: 29/08/2005